

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-235656

(P2002-235656A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) IntCl⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

F 0 3 D 3/02

F 0 3 D 3/02

A 3 H 0 7 8

3/06

3/06

F

9/00

9/00

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-32990 (P2001-32990)

(22) 出願日 平成13年2月8日 (2001.2.8)

(71) 出願人 000201478

前田建設工業株式会社

東京都千代田区富士見2丁目10番26号

(72) 発明者 志村 正幸

東京都千代田区富士見二丁目10番26号前田

建設工業株式会社内

(72) 発明者 丸山 勇祐

東京都千代田区富士見二丁目10番26号前田

建設工業株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外2名)

Fターム (参考) 3H078 AA08 AA26 AA31 BB02 BB11

BB15 CC02 CC13 CC22 CC32

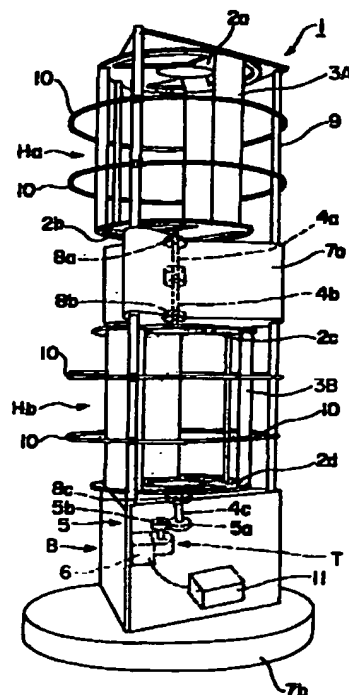
CC47

(54) 【発明の名称】 垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法

(57) 【要約】

【課題】 低風速時でも自己起動が容易であり、かつ簡単な構成で回転効率を向上させることができる垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法を提案する。

【解決手段】 直線翼 3A, 3B を回転軸 4a~4c を中心に組み付けたロータ Ha, Hb と、ロータ Ha, Hb と連結する発電機 6 とを備え、風力によりロータ Ha, Hb を回転軸 4a~4c を中心に回転させることで発電を行う垂直軸型風力発電装置 1 の直線翼取付方法において、ロータ Ha, Hb を少なくとも 2 段以上重ねて取り付ける際、風により回転方向に抗力を受ける直線翼 4a~4c の肉薄翼端をロータ Ha, Hb の段毎に角度を変えて取り付けることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線翼を回転軸を中心に組み付けたロータと、前記ロータと連結する発電機とを備え、風力により前記ロータを前記回転軸を中心に回転させることで発電を行う垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法において、

前記ロータを少なくとも2段以上重ねて取り付ける際、風により回転方向に抗力を受ける前記直線翼の肉薄翼端を前記ロータの段毎に角度を変えて取り付けることを特徴とする垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法。

【請求項2】 前記直線翼の水平断面形状は、直交座標系において前記直線翼の水平断面形状が対称翼形状であるものを、前記回転軸を座標中心とした円柱座標系に座標変換を行った非対称形状であることを特徴とする請求項1記載の垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発電機と連結する回転軸に取り付けられた直線翼を風力により前記回転軸を中心に回転させることで発電を行う垂直軸型風力発電装置に関し、特に自己起動が容易となるような垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、風力発電に使用される風車（風力発電装置）は、風向きに対して垂直方向に設けた回転軸を利用するもの（垂直軸型風車あるいは垂直軸型風力発電装置という）と、水平方向に設けた回転軸を利用するもの（水平軸型風車あるいは水平軸型風力発電装置という）とがある。そして、垂直軸型風車としては、サボニウス型風車、ダリウス型風車、直線翼型風車（ジャイロミル）などが知られている。一方、水平軸型風車としては、プロペラ型2枚羽根風車、アメリカ型多羽根風車が知られている。

【0003】垂直あるいは水平軸型の風力発電装置のうち、水平軸型のものは、垂直軸型のものに比して、出力効率が良い一方で、風向きや風速に合わせて羽根の角度を制御する機構が必要であり、構造が複雑でコストが高い。そこで、一般家庭用に屋根やマンションの屋上等に設置される風力発電装置は、構造が簡単で風向き変化に依存しない垂直軸型のものが有利である。

【0004】垂直軸型の風力発電装置は、発電機と、この発電機と連結すると共に風向きに対して垂直方向に設けた回転軸と、この回転軸を中心にして回転軸とほぼ平行（すなわち、風向きに対して垂直方向）に複数の直線翼を配置したロータと、を具備し、風を複数の直線翼に受けると直線翼のそれぞれの揚力でロータを回転軸を中心に回転させる構造のものである。そして、従来の垂直軸型風車の直線翼は、その水平断面形状が航空機に用いられている翼とほぼ同形状のものをそのまま用いている。

【0005】そして、垂直軸型風車が風により自己起動する原理は、次のようになっている。すなわち、ロータに複数配置された直線翼Wのうち、図7の直線翼水平断面図に示すように、風を肉厚翼端Wa側より受ける場合（図7（a）参照）は直線翼Wに働く抗力が小さく、一方、風を肉薄翼端Wb側より受ける場合（図7（b）参照）は働く抗力が大きい。それに加えて、それぞれの直線翼Wが風を受ける位置の違いによって働く抗力に大小差が生じロータが自己起動し、回転する。

10 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、垂直軸型風車の自己起動は、風の向きによっては困難な場合がある。例えば、図6に示すロータの水平断面図では、直線翼W1、W2が風に対してほぼ左右対称な位置（図6では中心振り分け60°の位置）にあると、直線翼W1、W2に働く抗力がほぼ等しくなるとどちら方向へ回転するにしても同等の力を受け、ロータが安定した状態となり自己起動が困難になる。特に、低風速時には自己起動が困難な状態が顕著に現れる。

20 【0007】そこで、自己起動を容易にすることを目的とした垂直軸型風車が、種々提案されている。例えば、特開平11-201020号公報の小型風力発電装置には、小さい風力でも駆動トルクを発生する自己起動風車（ロビンソン型風車）をロータとは別に設けて起動時には自己起動風車の駆動トルクをロータに伝える構成が開示されている。

30 【0008】しかし、ロータの回転速度が自己起動風車の回転速度を超えると、自己起動風車が回転効率を阻害する要因となる。そのために、特開平11-201020号公報に記載された装置は、高速回転時に、自己起動風車をロータから切り離す構成を設けている。従って、特開平11-201020号公報に記載された装置は、自己起動用の風車を別途設けると共に、高速回転時にはロータと切り離す構成を必要とし、構造が複雑でコストが高い。

40 【0009】本発明は、前記課題に鑑みてなされたものであり、低風速時でも自己起動が容易であり、かつ簡単な構成で回転効率を向上させることができる垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法を提案することを技術的課題とする。

【0010】

50 【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明の垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法は、以下の手段を採用した。すなわち、本発明は、直線翼を回転軸を中心に組み付けたロータと、前記ロータと連結する発電機とを備え、風力により前記ロータを前記回転軸を中心に回転させることで発電を行う垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法において、前記ロータを少なくとも2段以上重ねて取り付ける際、風により回転方向に抗力を受ける前記直線翼の肉薄翼端を前記ロータの

段毎に角度を変えて取り付けを特徴とする。

【0011】この構成によれば、直線翼の肉薄翼端をロータの段毎に角度を変えて取り付けることにより、一部のロータの直線翼が自己起動しにくい風向きの状態にあっても、角度が異なる他のロータの直線翼が風を受けて生じる大きな抗力により自己起動し始める。従って、風がどの方向から吹いても何れかのロータにおいて直線翼の肉薄翼端が抗力を受けて回転起動させることができるから、風向きに関係なく自己起動が容易となる。また、起動のための複雑な構造を持たない簡単な機構で低風速での自己起動が可能となる。

【0012】また、本発明は、前記直線翼の水平断面形状が、直交座標系において前記直線翼の水平断面形状が対称翼形状であるものを、前記回転軸を座標中心とした円柱座標系に座標変換を行った非対称形状である構成のものも例示できる。この例示によれば、風力により肉薄翼端側から受ける抗力は従来と同等であるが、円柱座標系に座標変換を行って湾曲した非対称形状の直線翼としたことで、回転を開始してからは肉薄翼端側（翼後端側）が受ける空気抵抗が極力少なく作用するので、回転効率が向上し、結果的に低風速時の起動特性が良くなり、低風速でも発電し易くなる。また、低風速からの起動により、低風速での発電も可能となり、発電効率が上がる。

【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態にかかる垂直軸型風力発電装置の直線翼取付方法を図1～図5に基づき説明する。なお、この実施の形態では、民家の屋根やマンションの屋上等に設置可能な簡易型の風力発電装置として説明する。

【0014】風力発電装置1は、図1に示すように、風力で回転する上下2段のロータHa、HbとこのロータHa、Hbを回転自在に支える枠体Bと枠体B内に収納された発電部Tとから構成される。

【0015】上部のロータHaは上下の水平ガイド板2a、2bと、この水平ガイド板2a、2b間に等間隔（120°間隔）かつ垂直に設置した3本の翼3Aと、水平ガイド板2bの下面にあって下方に垂設された軸部4aとを具備する。また、下部のロータHbは上下の水平ガイド板2c、2dと、この水平ガイド板2c、2d間に等間隔（120°間隔）かつ垂直に設置した3本の翼3Bと、水平ガイド板2cの上面にあって上方に垂設された軸部4bと、水平ガイド板2dの下面にあって下方に垂設された軸部4cとを具備する。そして、上部のロータHaの軸部4aと下部のロータHbの軸部4bは軸継手により連結されており、枠体Bにより回転自在に支えられ、上部のロータHaと下部のロータHbは同期して回転する。また、下部のロータHbの軸部4cは増速ギア5を介して発電部Tに連結されている。

【0016】上下の水平ガイド板2a～2dは円板形状

を有し、円板形状の中心部と周縁部と翼3A、3Bと連結する部分とを除いて切り欠き穴が3カ所設けられている。この切り欠き穴を設けることで、ロータHa、Hb自体が軽量化され、ロータHa、Hbの回転が容易となる。

【0017】枠体Bは前記軸部4a、4bを回転自在に支えると共に前記軸部4a、4bの連結部を覆う上部の架台7aと、軸部4cを回転自在に支えると共に発電部Tを収納する下部の架台7bと、上部の架台7aを下部の架台7bより支える3本の支柱9と、3本の支柱9間を環状する4本の安全リング10と、を具備する。上部の架台7aは円筒形状を有し、上面中央には軸部4aを回転自在に支える軸受8aが設けられ、下面中央には軸部4bを回転自在に支える軸受8bが設けられている。また、下部の架台7bは筒形状を有し、上面中央には軸部4cを回転自在に支える軸受8cが設けられている。そして、3本の支柱9は丸棒状を成し、架台7a及び架台7bの側面に円周均等割に設けられている。支柱9それぞれの頂部はロータHaの頂部よりやや高い位置にある。また、支柱9の頂部は互いに連結されている。安全リング10は丸棒をリング状に形成したものであり、その環状径はロータHaの外周径よりやや大きく形成されている。そして、安全リング10は、上部のロータHa側に2カ所、下部のロータHb側に2カ所設けられ、回転するロータHa、Hbに手などが巻き込まれないように防ぐ役割をしている。

【0018】発電部Tは、増速ギア5と、発電機6と、蓄電池11と、を具備しており、いわゆる蓄電利用システムを形成している。増速ギア5はロータHbの軸部4c先端に固設された大径ギア5aと、この大径ギア5aより小径であって発電機6の回転軸先端に固設された小径ギア5bとから構成される。そして、大径ギア5aと小径ギア5bとが歯合するように配置されることで、ロータHb側（軸部4c）の回転を増速して発電機6に伝える。また、発電機6は回転力を電気に変換する装置である。発電機6は電力系統と蓄電池11に並列に結線されている。更に、蓄電池11は発電機6と結線されており、発電機6が発電した電気を蓄える。蓄電池11に蓄えられた電気は必要に応じて消費される。なお、発電機6から直接電力系統にのみ結線して利用する直接利用システムの場合、蓄電池11は設けない。

【0019】翼3A、3Bは、図2に示すように、水平断面形状が大きな略涙滴形状を有し、進行方向の前縁側肉厚翼端3aが迎え角を増す形状であり前方からの風により揚力を生じる形状である。また、後端側より風を受けた場合、後端側肉薄翼端3bから大きな抗力を受ける形状である。更に、翼3A、3Bの水平断面形状は、翼3A、3Bの回転中心（回転軸4a～4cの中心）Oに翼3A、3Bが回転して描く軌跡の通過幅と翼3A、3Bの前縁側肉厚翼端3aの最大幅とがほぼ等しくなる

ように湾曲した非対称形状に形成されている。すなわち、翼3A、3Bの翼中央部あるいは後端側は、回転軌跡の通過幅内に収まるように翼3A、3Bの水平断面形状が湾曲している。

【0020】かかる翼3A、3Bの設計方法は、図3に示すように、X-Y直交座標系において翼30（図3（a）参照）の水平断面形状が対称翼形状であるものを、回転軸を座標中心Oとした円筒座標系（以下、円筒座標系という）に座標変換を行って、湾曲した非対称形状の翼3A、3B（図3（b）参照）にする。なお、X-Y直交座標系において翼30の水平断面形状が対称翼形状であるもの（以下、対称翼30という）は、図3（a）では、回転軸の中心とX軸の「O」座標とを一致させた時（X軸を基準とした時）、対称翼30の翼の中心線はX軸と平行であり、翼の中心線の長さは「C」で表される。そして、肉厚翼端30aの座標はX座標が「C₁」でY座標が「L₁」、空力中心Fcの座標はX座標が「C₂」でY座標が「L₂」、翼中央部30cの座標はX座標が「O」でY座標が「L₃」、翼後端30bの座標はX座標が「C₄」でY座標が「L₄」である。また、円筒座標系は水平断面（平面）では回転中心Oからの距離rと定半直線（図3（a）の直線O→r）からの偏角θとからなる極座標として表される。

【0021】従って、対称翼30のX-Y直交座標系から円筒座標系への座標変換は、回転軸4a～4cの芯を座標中心（回転中心）O、定半直線を「O→r」とする時、次のように行われる。すなわち、肉厚翼端30aの直交座標「C₁、L₁」は回転中心Oからの距離が「L₁」、中心線長さ「C₁」を中心Oの円弧とした時の偏角を「θ₁」とする極座標「L₁、θ₁」にて示す肉厚翼端30aの位置に変換される。空力中心Fcの直交座標「C₂、L₂」は回転中心Oからの距離が「L₂」、長さ「C₂」を中心Oの円弧とした時の偏角を「θ₂」とする極座標「L₂、θ₂」にて示す空力中心Fcの位置に変換される。翼中央部30cの直交座標「O、L₃」は回転中心Oからの距離が「L₃」とする極座標「L₃、0」にて示す翼中央部30cの位置に変換される。翼後端30bの直交座標「C₄、L₄」は回転中心Oからの距離が「L₄」、長さ「C₄」を中心Oの円弧とした時の偏角を「θ₄」とする極座標「L₄、θ₄」にて示す翼後端30bの位置に変換される。このように、対称翼30の外周が直交座標系から円筒座標系への座標変換されて、湾曲した非対称形状の翼3A、3Bに設計される。

【0022】〔直線翼の取付方法〕この実施の形態では、図1及び図2に示すように、上部のロータHa側の翼3A（実線にて示す）の取付位置と下部のロータHb側の翼3B（斜線にて示す）の取付位置が、角度60°異なる位置に取り付けられている。すなわち、上部のロータHaの軸部4aと下部のロータHbの軸部4bとを軸継手を用いて連結する際に、翼3Aの肉薄翼端3bの

位置と翼3Bの肉薄翼端3bの位置が、角度60°異なる位置となるように取り付ける。すると、図2によれば、上部のロータHa側の3本の翼3Aがそれぞれ回転中心に対して0°、120°、240°の位置にある場合、下部のロータHb側の3本の翼3Bはそれぞれ回転中心に対して60°、180°、300°の位置にある。そして、上部のロータHaは軸部4aに回転自在に支えられると共に、下部のロータHbは軸部4b、4cに回転自在に支えられて、軸部4aと軸部4bが軸継手で連結されることで、この実施の形態では、上部のロータHaと下部のロータHbが同期回転するように組み付けられる。

【0023】〔直線翼の取付方法の作用〕次に、この実施の形態の作用を説明する。起動時に、上部のロータHaが風向きに対して、図4（a）に示す安定状態となる位置にあった場合、3本の翼3Aに働く抗力が小さくて上部のロータHaとしては自己起動しにくい。しかし、図4（b）に示すように、上部のロータHaに対して60°ずれて取り付けられた下部のロータHb側の翼3Bは、3本のうち少なくとも1本の翼3Bの肉薄翼端3bに働く抗力が大きくなり易い位置にあるので、下部のロータHbは風により自己起動する。すると、下部のロータHbと連結した上部のロータHaが同期して回転起動し、図4（c）に示すように、今度は上部のロータHa側の翼3Aのうち少なくとも1本の翼3Aの肉薄翼端3bに働く抗力が大きくなる位置に翼3Aがきて、上部のロータHaが風により自己起動し、風力発電装置1の自己起動を確実にものにする事ができる。そして、回転起動後は、上部、下部のそれぞれの翼3A、3Bの肉厚翼端3aが風を受けて揚力を発生させ、ロータHa、Hbは高速回転が可能となる。

【0024】このように、この実施の形態によれば、風がどの方向から吹いても何れかのロータHa、Hbにおいて翼が風から抗力を受けやすい位置にあるので回転することができ、風向きに関係なく自己起動が容易となる。また、この実施の形態の翼を、円筒座標系に座標変換を行って湾曲した非対称形状の直線翼としたことで、風力により肉薄翼端3b側から受ける抗力は従来と同等であるが、回転を開始してからは肉薄翼端3b側（翼後端側）が受ける空気抵抗が極力少なく作用するので、回転効率が向上し、結果的に低風速時の起動特性が良くなり、低風速でも発電し易くなる。

【0025】例えば、図5は2段のロータを有する垂直軸風力発電装置において2段を同位相に取り付けた場合（黒丸印あるいは黒角印にて示す）と、上述の実施の形態のように2段のロータを角度を変えて（逆対称に）取り付け付けた場合（白丸印あるいは白角印にて示す）との回転起動時間を比較した実験結果を示す。なお、図5において、黒丸印または白丸印は風力6.5m（v=6.5m/s：低風速）の風が吹いていた時測定したものであ

り、黒角印または白角印は風力8.2m ($v=8.2\text{m/s}$: 高風速)の風が吹いていた時測定したものである。また、図5の縦軸は回転速度 (m/s) を示し、横軸は時間 (秒) を示している。

【0026】図5の結果で回転速度を比較すると、高風速の場合と低風速の場合とは顕著な差が生じる。すなわち、風力6.5m (低風速)の場合、起動から回転速度10m/sまで立ち上がるまで、上述の実施の形態のように角度を変えて取り付けた場合は約100秒かかり、同位相に取り付けた場合は約250秒かかる。従って、上述の実施形態に示した角度を変えて取り付けした場合の方が2倍以上立ち上がり時間が早いことが確認される。

【0027】なお、上述の実施の形態では、1個のロータに3本の直線翼を配置した場合で説明したが、本発明は直線翼を3本配置したものに限定されるものではなく、何本配置してもよい。また、同様に、ロータの段数も何段であってもよい。更に、ロータ間でずらす角度は60°に限定されるものではなく、風車の設置場所や風向きに応じて取付時に適宜決めてよい。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、直線翼の肉薄翼端をロータの段毎に角度を変えて取り付けることにより、一部のロータの直線翼が自己起動しにくい風向きの状態にあっても、角度が異なる他のロータの直線翼が風を受けて生じる大きな抗力により自己起動し始める。従って、風がどの方向から吹いても何れかのロータにおいて直線翼の肉薄翼端が抗力を受けて回転起動させることができるから、風向きに関係なく自己起動が容易となる。また、起動のための複雑な構造を持たない簡単な機構で低風速での自己起動が可能となる。

【0029】また、本発明によれば、風力により肉薄翼端側から受ける抗力は従来と同等であるが、円柱座標系に座標変換を行って湾曲した非対称形状の直線翼としたことで、回転を開始してからは肉薄翼端側 (翼後端側) が受ける空気抵抗が極力少なく作用するので、回転効率が向上し、結果的に低風速時の起動特性が良くなり、低

風速でも発電し易くなる。また、低風速からの起動により、低風速での発電も可能となり、発電効率が上がる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態にかかる直線翼取付方法を用いた垂直軸型風力発電装置の斜視図である。

【図2】図1の垂直軸型風力発電装置のロータの水平断面図である。

【図3】翼型の設計方法の説明図であり、図3(a)は直交座標系の対称翼を示し、図3(b)は円筒座標変換後の翼型を示す。

【図4】本発明の実施の形態にかかるロータの水平断面図であり、図4(a)及び図4(c)は上部ロータの翼配置を示し、図4(b)は下部ロータの翼配置を示す。

【図5】本発明の実施の形態にかかる直線翼取付方法の性能を調べた結果を示す図である。

【図6】従来の直線翼取付方法の説明図である。

【図7】風向きと翼に対し働く抗力の大きさの関係図であり、図7(a)は風向きが翼前方の場合を示し、図7(b)は風向きが翼後方の場合を示す。

【符号の説明】

1…垂直軸型風力発電装置

Ha, Hb…ロータ

B…枠体

T…発電部

2a, 2b, 2c, 2d…水平ガイド板

3(3A, 3B)…翼

3a…肉厚翼端

3b…肉薄翼端

4a, 4b, 4c…軸部

5…増速ギア

6…発電機

7a, 7b…架台

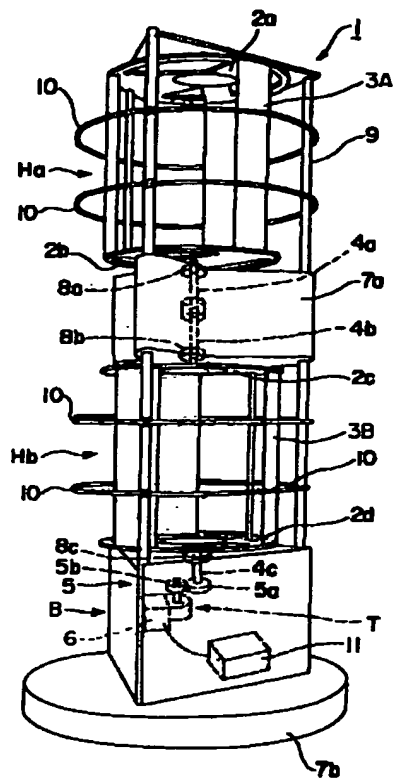
8a, 8b, 8c…軸受

9…支柱

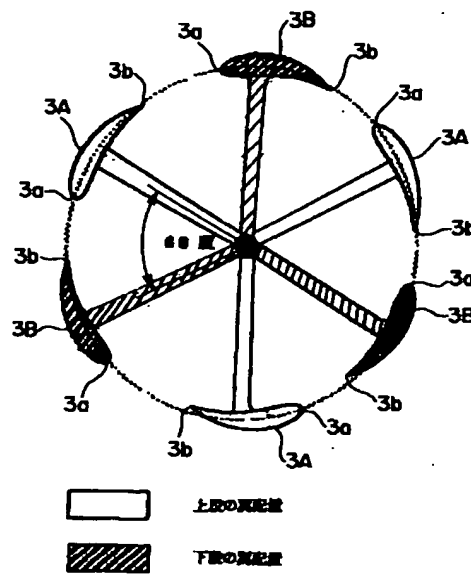
10…安全リング

11…蓄電池

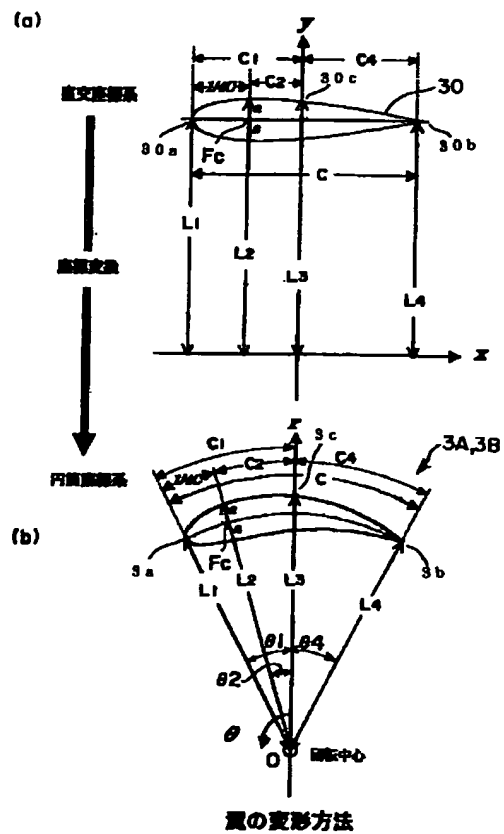
【図1】



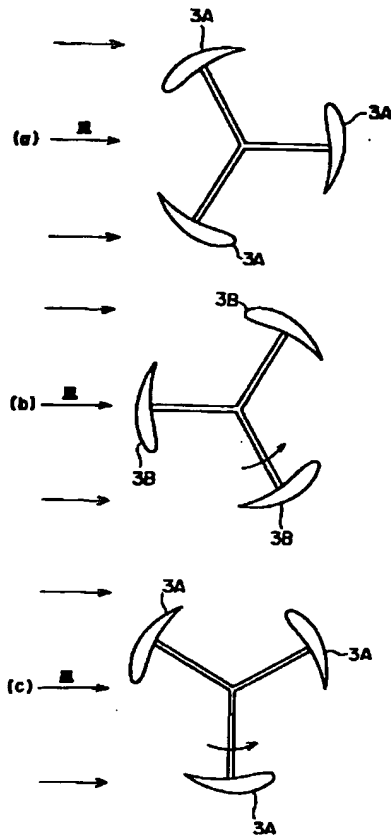
【図2】



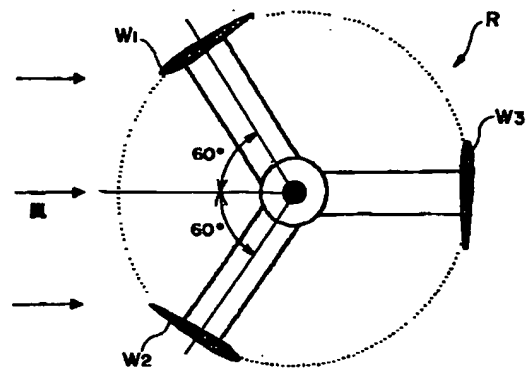
【図3】



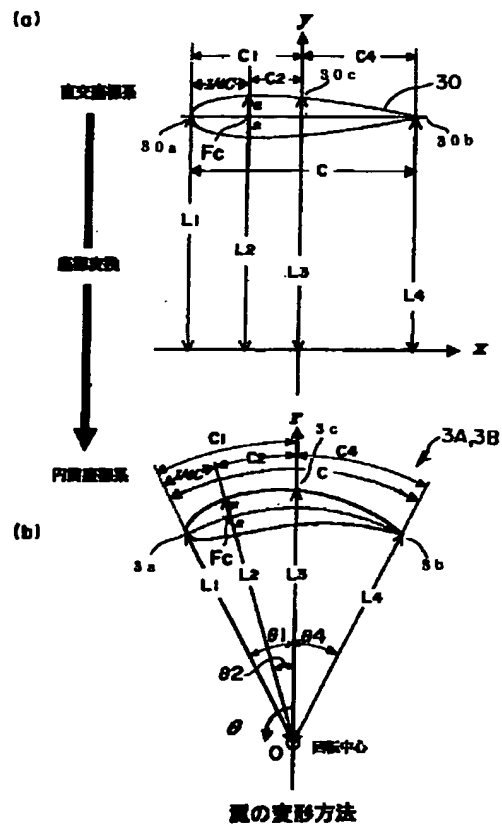
【図4】



【図6】



【図7】



【図5】

